



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
ROKOK Z DI PT. X SURABAYA**

Dendi Ardhitama Putra
NRP 10611400000033

Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SS 145561

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
ROKOK Z DI PT. X SURABAYA**

Dendi Ardhitama Putra
NRP 10611400000033

Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - SS 145561

**PROCESS CAPABILITY ANALYSIS OF
CIGARETTE Z PRODUCTION IN PT. X
SURABAYA**

Dendi Ardhitama Putra
NRP 10611400000033

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Study Programme of Diploma III
Department of Business Statistics
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI
ROKOK Z DI PT. X SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DENDI ARDHITAMA PUTRA
NRP. 10611400000033

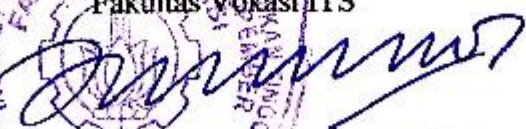
SURABAYA, 31 JULI 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir

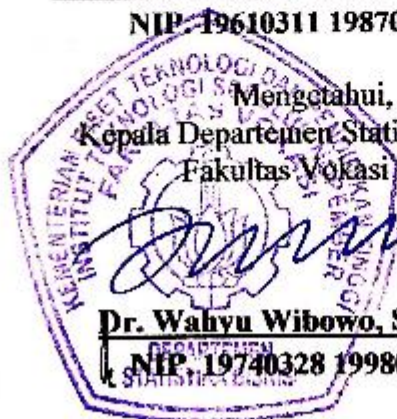


Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.
NIP. 19610311 198701 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si
NIP. 19740328 199802 1 001



ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI ROKOK Z DI PT. X SURABAYA

Nama Mahasiswa : Dendi Ardhitama Putra
NRP : 10611400000033
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstrak

PT. X merupakan salah satu perusahaan terbesar di Indonesia yang bergerak dalam bidang industri rokok yang sukses memproduksi produk-produk terbaik, dimana salah satunya adalah rokok Z yang baru diproduksi pada bulan Maret 2017. Sebelum produk ini diluncurkan ke masyarakat, perusahaan harus melakukan 3 inspeksi terhadap produk tersebut, inspeksi secara fisik, kimia dan organoleptik. Inspeksi secara fisik yaitu dengan mengukur pressure drop, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok dimana bentuk fisik pada rokok dapat mempengaruhi kenyamanan dan kenikmatan konsumen dalam mengonsumsi rokok. Selama ini hasil inspeksi secara fisik baru dilakukan analisis statistik yaitu dengan menggunakan statistika deskriptif, oleh karena itu hasil inspeksi tersebut akan dilakukan analisis statistik inferensia agar dapat digunakan untuk membuat suatu keputusan. Untuk mengetahui apakah proses pembuatan rokok sudah kapabel atau belum maka digunakan peta kendali Generalized Variance dan T^2 Hotelling dimana hasilnya menunjukkan pada Bulan Nopember 2017 (fase I) dan Bulan Desember (fase II) telah terkendali untuk variabilitas dan mean proses, serta kemampuan proses produksi pada Bulan Nopember 2017 sebesar 3,87 dan Bulan Desember 2017 sebesar 3,34 sehingga dapat dikatakan proses kapabel. Ketidaksesuaian sering terjadi dikarenakan faktor material kualitas tembakau yang terlalu kering, manusia yang kurang teliti, mesin yang macet dan sudah tua, metode pengawasan operator kurang dan lingkungan yang gelap dan kurang udara segar.

Kata Kunci : Kapabilitas Proses, Peta Kendali *Generalized Variance*, Peta Kendali T^2 *Hottelling*

PROCESS CAPABILITY ANALYSIS OF CIGARETTE Z PRODUCTION IN PT. X SURABAYA

Student Name : Dendi Ardhitama Putra
NRP : 10611400000033
Department : Business Statistics Faculty of Vocations ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Abstract

PT. X is one of the largest companies in Indonesia engaged in the cigarette industry that successfully produce the best products, one of which is a new Z cigarette produced in March 2017. Before this product is launched to the public, the company must perform 3 inspections of the product the physical, chemical and organoleptic inspection. Physical inspection is by measuring pressure drop, pocket diameter, head diameter and weight of cigarette where the physical form in cigarettes can affect the comfort and enjoyment of consumers in the consumption of cigarettes. During this new physical inspection results performed statistical analysis that is by using descriptive statistics, therefore the results of the inspection will be done inferencing statistical analysis in order to be used to make a decision. To determine whether the process of making cigarettes is capable or not, the Generalized Variance and T^2 Hotelling control charts are used where the results show in November 2017 (phase I) and December (phase II) have been controlled for variability and mean process, as well as production process capability at Month of November 2017 amounted to 3,87 and December 2017 of 3,34 so it can be said of process capabel. Nonconformities often occur due to material factors of tobacco quality are too dry, humans are less thorough, machines are jammed and old, less operator supervision methods and dark environment and less fresh air.

Keywords: *Process Capability, Generalized Variance Control Chart, T^2 Hotelling Control Chart*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Hidayah dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z di PT. X Surabaya**”. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini terselesaikan karena adanya bantuan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Maka dari itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dengan baik serta memberikan dukungan yang sangat besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si selaku dosen penguji dan validator serta Ibu Iis Dewi Ratih S.Si., M.Si. sebagai penguji yang telah memberikan banyak saran pada laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Prodi DIII Statistika Bisnis yang telah membantu kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Ibu Dra. Destri Susilaningrum M.Si selaku dosen wali yang banyak memberikan nasehat, serta motivasi selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman dan ilmu kepada penulis.
7. Bapak Yusuf Mawardi dan Bapak Risfian selaku Pembimbing Lapangan yang telah membimbing dengan sabar selama masa penelitian di PT. X Surabaya.
8. Junior-junior Departemen Statistika Bisnis ITS baik dari angkatan 2015 maupun 2016 dan senior-senior Departemen Statistika ITS baik yang sudah bekerja maupun lintas jalur

yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

9. Seluruh keluarga angkatan 2014 “PIONEER” Statistika ITS yang telah bersedia menemani 3 tahun berkuliah di Statistika ITS dan juga berjuang dalam membantu serta memotivasi penulis menyusun laporan Tugas Akhir.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Laporan Tugas Akhir ini sangat jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun sehingga laporan ini dapat mencapai kesempurnaan, dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengerjaan laporan berikutnya.

Surabaya, 31 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Analisis Multivariat	5
2.1.1 Dependensi Variabel	5
2.1.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat	6
2.1.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians	7
2.1.4 MANOVA	8
2.2 Peta Kendali	10
2.2.1 Peta Kendali <i>Generalied Varianve</i>	11
2.2.2 Peta Kendali T^2 Hotelling	11
2.3 Diagram Ishikawa	14
2.4 Analisis Kapabilitas Proses	15
2.5 Sigaret Kretek Tangan	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	19
3.2 Variabel Penelitian	20

3.3 Langkah Analisis	21
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z Fase I	25
4.1.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Produksi Rokok Z	25
4.1.2 Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Rokok Z ...	26
4.1.3 Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z	30
4.1.4 Homogenitas Perbedaan Nopember dan Desember ...	30
4.1.5 MANOVA	31
4.2 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z Fase II	32
4.2.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Fase II	32
4.2.2 Analisis Pengendalian Kualitas Fase II	34
4.2.3 Kapabilitas Proses Produksi Fase II	37
4.3 Diagram Ishikawa Proses Produksi Rokok Z	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Diagram <i>Ishikawa</i>	15
Gambar 3.1	Diagram Alir	24
Gambar 4.1	<i>Chi-Square</i> Plot Data Nopember 2017	26
Gambar 4.2	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i>	27
Gambar 4.3	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i>	28
Gambar 4.4	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Perbaikan ke-1	29
Gambar 4.5	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Perbaikan ke-2	30
Gambar 4.6	<i>Chi-Square</i> Plot Data Desember 2017.....	33
Gambar 4.7	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase II	34
Gambar 4.8	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Perbaikan .	35
Gambar 4.9	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Fase II.....	36
Gambar 4.10	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Perbaikan ke-1	37
Gambar 4.11	Diagram <i>Ishikawa</i>	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 MANOVA.....	9
Tabel 2.2 Distribusi <i>Wilks' Lambda</i>	10
Tabel 2.3 Struktur Data Peta Kendali T^2 Hotelling	12
Tabel 3.1 Struktur Data	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Proses Produksi Rokok Z Bulan Nopember 2017 45
Lampiran 2	<i>Output</i> Dependensi Variabel Fase I..... 52
Lampiran 3	Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat 53
Lampiran 4	<i>Output</i> Homogenitas Perbedaan Fase I dan II . 55
Lampiran 5	<i>Output</i> MANOVA 56
Lampiran 6	Kapabilitas Proses Multivariat 57
Lampiran 7	Data Proses Produksi Rokok Z Bulan Desember 2017 60
Lampiran 8	<i>Output</i> Dependensi Variabel Fase II..... 67
Lampiran 9	<i>Output</i> Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase II..... 68
Lampiran 10	<i>Output</i> Kapabilitas Proses Fase II 69
Lampiran 11	Surat Keterangan 70
Lampiran 12	Surat Keaslian Data 71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rokok merupakan salah satu bahasan yang sering diperbincangkan dalam perekonomian Indonesia. Pemerintah ingin mengurangi konsumsi rokok yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Di sisi lain, industri rokok sendiri termasuk industri yang menyerap tenaga kerja terbesar di Indonesia, serta memberikan pendapatan pajak terbesar bagi pemerintah. Tenaga kerja dibutuhkan mulai dari penanaman tembakau dan cengkeh di perkebunan, pengeringan tembakau dan cengkeh, perajangan tembakau dan pelinting rokok di pabrik-pabrik hingga pedagang asongan yang memasarkan rokok. Tidak dapat dipungkiri bahwa perusahaan-perusahaan rokok di Indonesia memberikan dampak positif disisi perekonomian. Setiap harinya banyak sekali orang yang merokok baik orang dewasa bahkan remaja dan anak kecil.

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri rokok di Indonesia tersebut adalah PT. X yang terdapat di Surabaya dan merupakan anak perusahaan dari PT. XYZ. Perusahaan ini terus tumbuh dan berkembang hingga saat ini. Produk pertama yang dihasilkan adalah Sigaret Kretek Tangan (SKT) yang mulai diproduksi bulan September tahun 1962. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi dalam pembuatan rokok, perusahaan menghasilkan berbagai macam jenis rokok salah satunya adalah rokok Z yang merupakan produk rokok terbaru hadir dengan karakteristik *tobacco fruity sweet* yang sesuai dengan pangsa perokok kretek yang mencari kualitas racikan rasa, memiliki ukuran yang lebih panjang, menggunakan tembakau dengan campuran cengkeh berkualitas dan saus yang menjamin kenikmatan merokok.

Sebelum rokok Z ini diluncurkan ke konsumen atau masyarakat, perusahaan melakukan 3 inspeksi yaitu inspeksi secara fisik, kandungan kimia dan organoleptik. Inspeksi secara

fisik dilakukan dengan melihat komponen-komponen yang membentuk rokok, kandungan kimia dilakukan dengan melihat kandungan zat kimia pada rokok, sedangkan inspeksi organoleptik dilakukan dengan indera manusia secara langsung. Karakteristik kualitas pada inspeksi secara fisik ini khususnya jenis SKT adalah *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok, dan juga memenuhi standar perusahaan yang telah ditetapkan. Bentuk fisik pada rokok dapat mempengaruhi kenyamanan dan kenikmatan konsumen dalam mengkonsumsi serta menentukan besar kecilnya suatu rokok karena konsumen lebih menyukai rokok yang memiliki diameter yang besar sehingga daya hisap lebih berat. Dalam mengendalikan kualitas produk yang dibuat, PT. X Surabaya hanya melakukan pengumpulan data dengan menggunakan *checksheet* dan selanjutnya dilakukan analisis statistika deskriptif. Oleh sebab itu perusahaan perlu melakukan analisis pengendalian kualitas fisik pada rokok Z apakah proses produksi telah kapabel atau belum sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen atau masyarakat.

Penelitian tentang rokok pernah dilakukan oleh (Mawardi, 2016) yang menjelaskan bahwa penyebab terjadinya proses produksi keluar batas kendali disebabkan oleh *raw material* yang digunakan keluar spesifikasi, operator sering berganti, suhu ruangan terlalu dingin, luas ruangan terlalu sempit, pengawasan sistem operasi kurang dan mesin sudah cukup tua dan (Salam, 2015) diperoleh hasil proses perusahaan harus menerapkan SOP yang berlaku untuk meningkatkan kualitas kerja dan perusahaan harus memiliki prioritas dalam melakukan perbaikan.

1.2 Perumusan Masalah

Rokok Z merupakan jenis rokok SKT terbaru yang diproduksi pada bulan Maret 2017 oleh PT. X Surabaya. Sebelum produk ini diproduksi dan diluncurkan ke khalayak masyarakat, perusahaan melakukan survei ke masyarakat terkait dengan citarasa rokok dan produk tersebut juga harus lolos 3 jenis inspeksi yaitu inspeksi secara fisik, kandungan kimia dan

organoleptik. Karakteristik kualitas pada inspeksi secara fisik ini khususnya jenis SKT adalah *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok, dan juga memenuhi standar perusahaan yang telah ditetapkan. Bentuk fisik pada rokok dapat mempengaruhi kenyamanan dan kenikmatan konsumen dalam mengkonsumsi serta menentukan besar kecilnya suatu rokok. Hasil inspeksi dari karakteristik kualitas rokok tersebut hanya dikumpulkan dengan menggunakan *checksheet* dan selanjutnya dilakukan analisis statistika deskriptif, oleh sebab itu perusahaan perlu melakukan analisis pengendalian kualitas fisik pada rokok Z apakah proses produksi telah kapabel atau belum sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen atau masyarakat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kapabilitas pada proses produksi rokok Z di PT. X Surabaya
2. Mengetahui penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada proses produksi rokok Z di PT. X Surabaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan evaluasi kepada perusahaan guna untuk meningkatkan kualitas produk tersebut yang di produksi PT. X Surabaya.
2. Memberikan informasi penyebab terjadinya ketidaksesuaian agar dapat dilakukan perbaikan untuk produksi-produksi selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Data penelitian ini menggunakan rokok merek Z yang diproduksi PT. X Surabaya pada bulan Nopember dan Desember 2017.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Multivariat

Analisis Multivariat merupakan suatu analisis dimana variabel yang digunakan lebih dari satu dan saling berkorelasi (Johnson & Wichern, 2007). Untuk melakukan analisis multivariat diperlukan asumsi bahwa variabel-variabel yang digunakan harus dependen dan berdistribusi normal multivariat.

2.1.1 Dependensi Variabel

Variabel X_1, X_2, \dots, X_p dikatakan bersifat saling bebas jika matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas sehingga untuk menguji kebebasan antar variabel ini digunakan metode *Bartlett Sphericity* (Morrison, 2005). Metode *Bartlett Sphericity* memperlihatkan bahwa dua atau lebih kelompok data sampel besar dari populasi yang saling berhubungan. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

Hipotesis

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Variabel-variabel tidak saling berkorelasi)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Variabel-variabel saling berkorelasi)

Statistik Uji:

$$\chi^2_{hitung} = - \left\{ n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right\} \ln |\mathbf{R}| \quad (2.1)$$

p merupakan jumlah karakteristik kualitas, n adalah jumlah sampel, sedangkan \mathbf{R} adalah matriks korelasi antar variabel yang dinyatakan sebagai berikut

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$r_{xj, xj'} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_j)(\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_{j'})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_j)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_{j'})^2}} \quad (2.2)$$

H_0 ditolak, apabila $p_{\text{value}} < \alpha$ atau $\chi^2_{\text{hitung}} > \chi^2_{\alpha; \frac{1}{2}p(p-1)}$

2.1.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat adalah pengembangan dari bentuk distribusi normal univariat dengan jumlah variabel lebih dari satu. Distribusi ini digunakan pada data yang saling berhubungan (dependen). Apabila terdapat banyak p variabel yang dinyatakan dalam bentuk vektor acak $\mathbf{x} = \{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_p\}$ yang mengikuti distribusi normal multivariat dengan fungsi densitas sebagai berikut (Johnson & Whicern, 2007),

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\boldsymbol{\Sigma}|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu})^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1}(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu})}, -\infty < x_j < \infty \quad (2.3)$$

dimana, $j = 1, 2, \dots, p$

Terdapat 2 cara untuk melakukan pemeriksaan distribusi normal multivariat. Cara pertama yaitu dengan pemeriksaan proporsi nilai $\mathbf{d}_j^2 \leq \chi^2_{(p, \alpha)}$ minimal 50% dengan cara memperoleh nilai \mathbf{d}_j^2 sesuai pada Persamaan (2.4) Cara kedua yaitu dengan pemeriksaan *Chi-Square Plot* yang dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut

1. Menghitung \mathbf{d}_j^2 , yaitu jarak yang dikuadratkan.

$$\mathbf{d}_j^2 = (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_j)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_j) \quad (2.4)$$

dimana

$$S = \begin{pmatrix} s_{11}^2 & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22}^2 & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \cdots & s_{pp}^2 \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

$$s_{.jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k) \quad (2.6)$$

$$s_{.j.}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \quad (2.7)$$

dengan :

\mathbf{x}_{ij} = vektor pengamatan ke-i pada karakteristik kualitas ke-j

$\bar{\mathbf{x}}_j$ = vektor rata-rata karakteristik kualitas ke-j

i = banyaknya pengamatan sebanyak n

S^{-1} = invers matriks varian kovarian S

2. Mengurutkan nilai \mathbf{d}_j^2 dari terkecil hingga terbesar

$$\mathbf{d}_1^2 \leq \mathbf{d}_2^2 \leq \dots \leq \mathbf{d}_p^2$$

3. Menentukan nilai $\mathbf{q} = \chi_{(p(m-j+0,5)/n)}^2$, $j=1, 2, \dots, p$

4. Membuat *Chi-square Plot* antara \mathbf{d}_j^2 dan \mathbf{q} , dikatakan berdistribusi normal multivariat jika plot \mathbf{d}_j^2 mendekati garis linier.

2.1.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians

Untuk mengetahui apakah matriks varian kovarians homogen atau tidak maka dilakukan pengujian dengan menggunakan *Box's M* dimana hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis

H_0 : $\sum_1 = \sum_2 = \dots = \sum_g$ (matriks varian kovarians homogen)

H_1 : minimal ada satu matriks varian kovarians yang tidak homogen ($\sum_\ell \neq \sum_g$), dimana $\ell = 1, 2, \dots, g$

Statistik uji:

$$C = (1 - u)M \quad (2.8)$$

dimana,

$$u = \left[\sum_{\ell=1}^g \frac{1}{n_{\ell} - 1} - \frac{1}{\sum_{\ell=1}^g (n_{\ell} - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (2.9)$$

$$M = \left[\sum_{\ell=1}^g (n_{\ell} - 1) \right] \ln |S_{pooled}| - \sum_{\ell=1}^g \sum_{\ell=1}^g [(n_{\ell} - 1) \ln |S_{\ell}|] \quad (2.10)$$

$$S_{pooled} = \frac{1}{\sum_{\ell=1}^g (n_{\ell} - 1)} \{ (n_1 - 1)S_1 (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_g - 1)S_g \} \quad (2.11)$$

keterangan:

ℓ = banyaknya perlakuan dengan $\ell = 1, 2, \dots, g$

p = banyaknya variabel

Dengan menggunakan taraf signifikan sebesar α dan aproksimasi berdistribusi χ^2 maka H_0 ditolak jika $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2; \alpha}$.

2.1.4 Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) adalah teknik analisis yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua populasi atau lebih dalam kasus multivariat random sampel yang diperoleh dari g populasi (Johnson dan Wichern, 2007). Sebelum melakukan pengujian, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi sebagai berikut.

1. $\mathbf{X}_{\ell 1}, \mathbf{X}_{\ell 2}, \dots, \mathbf{X}_{\ell n}$ adalah sampel acak dengan ukuran n_{ℓ} dari sebuah populasi dengan rata-rata μ_{ℓ} dimana $\ell = 1,$

2, ..., g. Sampel acak berasal dari populasi berbeda yang saling independen.

2. Matriks varian kovarian Σ antar perlakuan identik.
3. Setiap populasi memiliki distribusi multivariat normal.

Persamaan model MANOVA untuk vektor-vektor rata-rata g populasi dan hipotesis adalah sebagai berikut.

$$X_{\ell i} = \mu + \tau_{\ell} + e_{\ell i} \quad i = 1, 2, \dots, n ; \ell = 1, 2, \dots, g \quad (2.12)$$

Susunan tabel MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 MANOVA

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Matriks Jumlah Kuadrat
Perlakuan	$g - 1$	$B = \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} (\bar{x}_{\ell} - \bar{x})(\bar{x}_{\ell} - \bar{x})'$
Residual	$\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g$	$W = \sum_{\ell=1}^g \sum_{i=1}^{n_{\ell}} (\bar{x}_{\ell i} - \bar{x}_{\ell})(\bar{x}_{\ell i} - \bar{x}_{\ell})'$
Total	$\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - 1$	$B + W = \sum_{\ell=1}^g \sum_{i=1}^{n_{\ell}} (\bar{x}_{\ell i} - \bar{x})(\bar{x}_{\ell i} - \bar{x})'$

Setelah menyusun tabel MANOVA, maka selanjutnya menghitung nilai *Wilks' Lambda* dan menguji hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu pasang } \tau_g \neq 0,$$

Berikut merupakan perhitungan mendapatkan nilai *Wilks' Lambda*.

$$\Lambda^* = \frac{|W|}{|B + W|} \quad (2.13)$$

Jika sudah diperoleh nilai *Wilks' Lambda* maka dapat menghitung statistik uji F_{hitung} berdasarkan distribusi *Wilks' Lambda* sebagai berikut.

Tabel 2.2 Distribusi *Wilks' Lambda*

Jumlah variabel	Jumlah grup	Statistik Uji F_{hitung}
$p = 1$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \approx F_{g-1, \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g}$
$p = 2$	$g \geq 2$	$\left(\frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g - 1}{g - 1} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\sqrt{\Lambda^*}} \right) \approx F_{2(g-1), 2(\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g - 1)}$
$p \geq 1$	$g = 2$	$\left(\frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 1}{p} \right) \left(\frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \approx F_{p, \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 1}$
$p \geq 1$	$g = 3$	$\left(\frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 2}{p} \right) \left(\frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\sqrt{\Lambda^*}} \right) \approx F_{2p, 2(\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 2)}$

H_0 ditolak, apabila $p_{value} < \alpha$ atau $F_{hitung} > F_{\alpha; df1; df2}$

2.2 Peta Kendali

Salah satu alat yang digunakan dalam SPC (*Statistical Process Control*) adalah peta kendali yang merupakan suatu diagram yang menggambarkan titik pengamatan dalam suatu periode tertentu yang digunakan untuk melihat kualitas hasil proses produksi apakah terkendali secara statistik dan pola penyebaran dibatasi oleh batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB).

2.2.1 Peta Kendali *Generalized Variance*

Peta kendali *Generalized Variance* merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses yang dapat digambarkan dengan matriks kovarian Σ , dimana determinan dari sampel kovarian matriks $|S|$ secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat. Aproksimasi asimtomik normal digunakan untuk mengembangkan peta kendali untuk $|S|$, sehingga dalam menaksir *mean* dan varians dari $|S|$ dapat dilakukan dengan cara seperti pada Persamaan (2.14) dan (2.15) (Montgomery, 2013).

$$E(|S|) = b_1 |\Sigma| \quad (2.14)$$

dan

$$Var(|S|) = b_2 |\Sigma|^2 \quad (2.15)$$

dimana

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad (2.16)$$

dan

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[\prod_{j=1}^p (n-j+2) - \prod_{j=1}^p (n-j) \right] \quad (2.17)$$

sehingga batas kendali dari peta kendali *generalized variance* adalah

$$\begin{aligned} BKA &= |\Sigma| (b_1 + \sqrt{3b_2}) \\ GarisTengah &= b_1 |\Sigma| \\ BKB &= |\Sigma| (b_1 - \sqrt{3b_2}) \end{aligned} \quad (2.18)$$

2.2.2 Peta Kendali T^2 Hotelling

Peta kendali T^2 Hotelling merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mengetahui proses produksi telah terkendali secara statistik atau tidak, dimana terdapat dua atau lebih variabel yang saling dependen, serta berdistribusi normal multivariat.

Karakteristik kualitasnya terdiri dari p variabel, yaitu X_1, X_2, \dots, X_p . Peta kendali T^2 Hotelling memiliki subgrup (k) berukuran m , dimana anggota tiap subgrup (i) adalah n dan p merupakan jumlah karakteristik kualitas (j) yang diamati pada tiap-tiap sampel (Montgomery, 2013). Adapun struktur data dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Struktur Data Peta Kendali T^2 Hotelling

Subgrup (k)	Sampel (i)	Karakteristik Kualitas (j)				
		x_1	....	x_j	....	x_p
1	1	x_{111}	....	x_{1j1}	....	x_{1p1}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	i	x_{i11}	....	x_{ij1}	....	x_{ip1}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	n	x_{n11}	....	x_{nj1}	....	x_{np1}
	\bar{x}	$\bar{x}_{.11}$	....	$\bar{x}_{.j1}$	....	$\bar{x}_{.p1}$
	S^2	$S^2_{.11}$	....	$S^2_{.j1}$	....	$S^2_{.p1}$
k	1	x_{11k}	....	x_{1jk}	....	x_{1pk}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	i	x_{i1k}	....	x_{ijk}	....	x_{ipk}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	n	x_{n1k}	....	x_{nj1}	....	x_{npk}
	\bar{x}	$\bar{x}_{.1k}$	....	$\bar{x}_{.jk}$	....	$\bar{x}_{.pk}$
	S^2	$S^2_{.1k}$	....	$S^2_{.jk}$	....	$S^2_{.pk}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
m	1	x_{11m}	....	x_{1jm}	....	x_{1pm}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	i	x_{i1m}	....	x_{ijm}	....	x_{ipm}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	n	x_{n1m}	....	x_{njm}	....	x_{npm}
	\bar{x}	$\bar{x}_{.1m}$	....	$\bar{x}_{.jm}$	....	$\bar{x}_{.pm}$

Subgrup (k)	Sampel (i)	Karakteristik Kualitas (j)				
		x_1	....	x_j	....	x_p
	S^2	$S_{.1m}^2$	...	$S_{.jm}^2$	...	$S_{.pm}^2$
Rata-rata Keseluruhan		$\bar{\bar{x}}_{.1.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.j.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.p.}$
Varian Keseluruhan		$S_{.1.}^2$	...	$S_{.j.}^2$	...	$S_{.p.}^2$

Untuk mencari rata-rata sampel dan varian dapat dilihat pada Persamaan (2.19) dan (2.20)

$$\bar{x}_{.jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk} \quad (2.19)$$

$$s_{.jk}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{.jk})^2 \quad (2.20)$$

Dimana x_{ijk} merupakan sampel ke-i pada karakteristik kualitas ke-j serta subgrup ke-k, sehingga matriks kovarian S dari rata-rata sampel berukuran $p \times p$ dapat dibentuk menjadi

$$S_t = \begin{bmatrix} \bar{s}_{.1.}^2 & \bar{s}_{12} & \cdots & \bar{s}_{.1p} \\ & \bar{s}_{.2.}^2 & \cdots & \bar{s}_{.2p} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \bar{s}_{.p.}^2 \end{bmatrix}$$

Adapun nilai untuk peta kendali T^2 *Hotteling* sebagaimana pada Persamaan (2.21)

$$T_k^2 = n(\bar{\mathbf{x}}_{.jk} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_{.j.})' S_t^{-1} (\bar{\mathbf{x}}_{.jk} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_{.j.}) \quad (2.21)$$

Terdapat dua fase yang berbeda pada penggunaan peta kendali T^2 *Hotteling*, yaitu fase I dan fase II, dimana tujuan utama pada fase I adalah untuk mendapatkan pengamatan yang berada dalam batas kendali atau prosesnya terkendali, sehingga batas kendali dapat digunakan untuk fase II yang merupakan pengontrolan produksi di masa depan. Batas kendali pada fase I dapat dihitung sesuai dengan Persamaan (2.22)

$$BKA = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.22)$$

$$BKB = 0$$

Pada fase II batas kendali yang digunakan berdasarkan pada fase I, sesuai pada Persamaan (2.23)

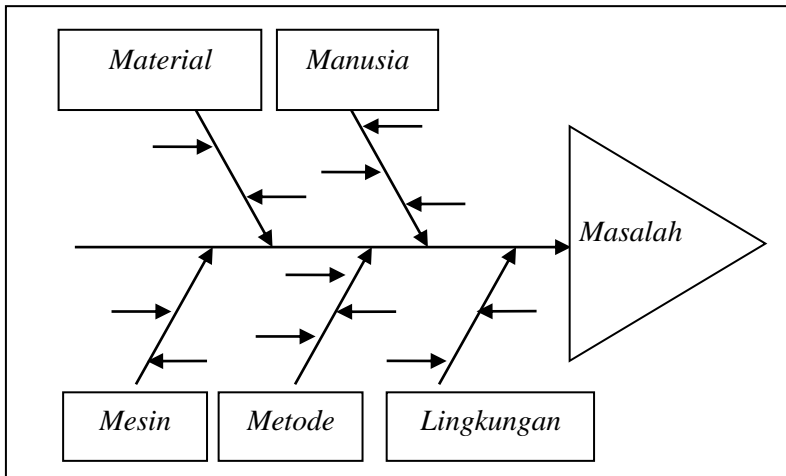
$$BKA = \frac{p(m+1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.23)$$

$$BKB = 0$$

Nilai $F_{\alpha, p, mn-m-p+1}$ merupakan nilai yang didapatkan dari tabel distribusi F.

2.3 Diagram *Ishikawa*

Diagram *ishikawa* merupakan salah satu dari tujuh perangkat statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas. Diagram ini juga dikenal dengan *fishbone diagram* atau tulang ikan, Disebut tulang ikan karena bentuknya yang mirip dengan tulang ikan. Diagram *ishikawa* menunjukan pada proses produksi penyebab terjadinya suatu masalah pada umumnya disebabkan oleh 4M+1E yaitu *machine* (mesin) yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan, *method* (metode) proses yang dilakukan, *material* (bahan) yang dibutuhkan untuk menjalankan proses, *man* (manusia) yang terlibat dalam proses dan *environment* (lingkungan) atau kondisi di sekitar tempat kerja. Dalam penggunaanya, permasalahan diletakan pada kepala ikan, sedangkan penyebab dari permasalahan tersebut diletakan pada tulang ikan yang dikelompokkan sesuai dengan grupnya masing-masing (Heizer, 2009).



Gambar 2.1 Diagram Ishikawa

2.4 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses bertujuan untuk menaksir kemampuan proses produksi dimana merupakan hal penting untuk peningkatan kualitas. Terdapat dua jenis kapabilitas proses, yaitu kapabilitas proses univariat dan multivariat. Untuk peta kendali dengan variabel dua atau lebih, digunakan analisis kapabilitas proses multivariat (Kotz & Johnson, 1993).

Apabila peta kendali telah terkendali dan asumsi telah terpenuhi, analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan menentukan indeks kapabilitas proses. Nilai indeks kapabilitas proses (C_p) multivariat dapat diperoleh dari Persamaan seperti pada Persamaan (2.24)

$$C_p = \frac{K}{\chi^2_{\alpha, p}} \left[\frac{(m-1)p}{V} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.24)$$

keterangan :

m = jumlah pengamatan yang telah terkendali

p = jumlah karakteristik kualitas

$$V = \sum_{i=1}^m (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.25)$$

$$\mathbf{A}^{-1} = (\mathbf{x}_{ij}' \mathbf{x}_{ij})^{-1}$$

$$\mathbf{K}^2 = (\bar{x}_{ij} - \xi_j)' \mathbf{S}^{-1} (\bar{x}_{ij} - \xi_j) \quad (2.26)$$

$$\xi_j = \frac{1}{2} (BSA + BSB) \quad (2.27)$$

BSA : Batas Spesifikasi Atas

BSB : Batas Spesifikasi Bawah

Adapun ketentuan interpretasi dari *Cp* adalah:

1. Jika *Cp* = 1, proses dalam keadaan cukup baik.
2. Jika *Cp* > 1, proses dalam keadaan baik.
3. Jika *Cp* < 1, maka sebaran pengamatan berada diluar batas spesifikasi.

2.5 Sigaret Kretek Tangan

SKT (Sigaret Kretek Tangan) adalah industri padat karya yang menyerap tenaga kerja sangat besar, khususnya tenaga kerja perempuan. Pada umumnya tenaga kerja besar terserap untuk bagian pelinting. Dalam sebuah mesin pelinting kretek, seorang buruh dapat memproduksi SKT 350 batang perjamnya. Dari tangan-tangan tenaga kerja itu jutaan orang Indonesia menikmati kretek dan negara menikmati sumbangsih hulu-hilir industri ini. Dapat dilihat pada pagi hari para buruh perempuan itu menuju pabrik dan memulai melinting rokok. Tembakau yang setiap harinya dilinting oleh para pekerja perempuan tersebut umumnya telah disimpang hingga selama tiga tahun dalam lingkungan terkontrol. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan cita rasa dari tembakau. Hal serupa juga berlaku pada cengkeh, yang melewati proses penyimpanan hingga satu tahun lamanya, sebelum kemudian di rajang. Kemudian tembakau yang telah disimpan tersebut akan diproses terlebih dahulu sebelum dicampur dengan rajangan cengkeh kering. Racikan tembakau dan cengkeh yang siap untuk dilinting biasanya disebut *cut filler*, disimpan dalam lumbung besar, hingga akhirnya memasuki proses produksi. Pada

dasarnya produksi sigaret kretek tangan memiliki tiga tahapan utama yaitu, pemrosesan daun tembakau dan cengkeh, produksi atau pelintingan dan terakhir adalah pengemasan serta persiapan distribusi. Dalam tiap tahapan produksi selalu memiliki pengendalian mutu yang cermat, untuk memastikan bahwa setiap batang kretek yang dibuat memiliki kualitas yang baik (Azami, 2016).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari bagian divisi *Research and Development* hasil produksi rokok Z jenis Sigaret Kretek Tangan (SKT) bulan Nopember dan Desember 2017 di PT. X Surabaya. Karakteristik kualitas yang diambil dari hasil produksi rokok ini adalah *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok. Subgrup yang digunakan adalah hari setiap kali produksi, dimana setiap hari dilakukan satu kali produksi pada shift pertama dan diambil sampel sebanyak 10 kali. Struktur data penelitian ini ditujukan pada Tabel 3.1 dengan keterangan i merupakan sampel sebanyak 10 setiap kali produksi, j merupakan karakteristik kualitas sebanyak 4 dan k merupakan hari setiap kali produksi yaitu pada bulan Nopember sebagai fase I sebanyak 22 hari dan bulan Desember sebagai fase II sebanyak 20 hari.

Tabel 3.1 Struktur Data

Hari tiap produksi (k)	Sampel tiap produksi (i)	Karakteristik Kualitas (j)			
		<i>Pressure Drop</i> (x_1)	Diameter Pek (x_2)	Diameter Kepala (x_3)	Berat Rokok (x_4)
1	1	X_{111}	X_{121}	X_{131}	X_{141}
	...	$X_{.11}$	$X_{.21}$	$X_{.31}$	$X_{.41}$
	10	X_{1011}	X_{1021}	X_{1031}	X_{1041}
2	1	X_{112}	X_{122}	X_{132}	X_{142}
	...	$X_{.12}$	$X_{.22}$	$X_{.32}$	$X_{.42}$
	10	X_{1012}	X_{1022}	X_{1032}	X_{1042}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
42	1	X_{1142}	X_{1242}	X_{1342}	X_{1442}
	...	$X_{.142}$	$X_{.242}$	$X_{.342}$	$X_{.442}$
	10	X_{10142}	X_{10242}	X_{10342}	X_{10442}

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. X_1 adalah *Pressure Drop* yang merupakan daya hidup rokok setelah rokok dinyalakan dan dihisap. *Pressure Drop* pada setiap rokok berbeda-beda, akan tetapi konsumen lebih menyukai rokok dengan daya hisap berat dibandingkan dengan rokok dengan daya hisap ringan karena konsumen tidak merasa dirugikan. *Pressure Drop* memiliki batas spesifikasi sebesar $(73,5 \pm 76)$ mmWG.
2. X_2 adalah Diameter Pek yang merupakan diameter dari bagian rokok yang digunakan untuk menghisap rokok. Diameter Pek memiliki batas spesifikasi sebesar $(6,75 \pm 9,25)$ mm.
3. X_3 adalah Diameter Kepala yang merupakan diameter bagian rokok yang pertama kali dibakar saat rokok akan dihisap. Diameter Kepala memiliki batas spesifikasi sebesar $(8,15 \pm 10,65)$ mm.
4. X_4 adalah Berat Rokok yang berguna sebagai tolak ukur besar kecilnya suatu ukuran rokok. Berat Rokok memiliki batas spesifikasi sebesar $(0,67 \pm 3,17)$ gram.

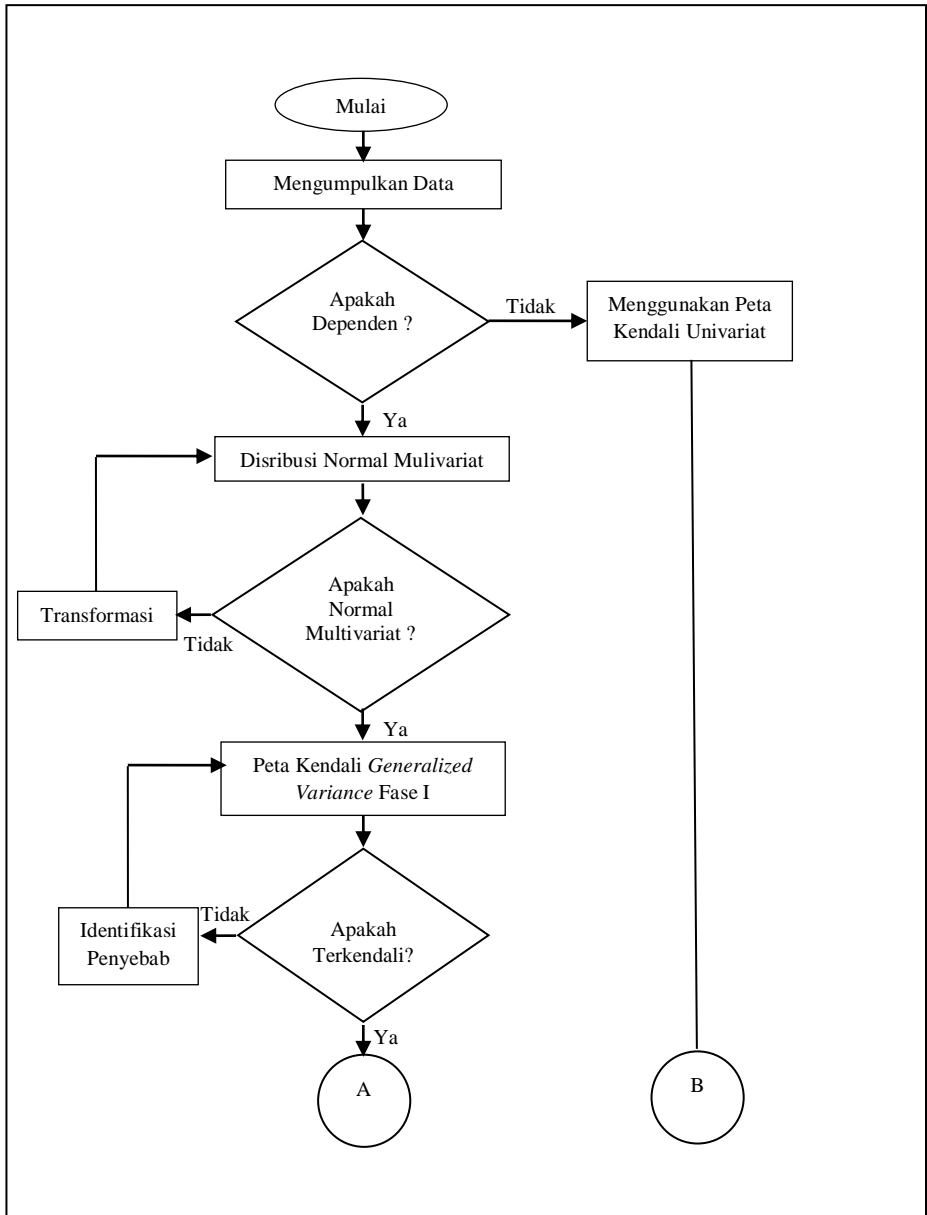
Keempat variabel diatas digunakan sebagai karakteristik kualitas berdasarkan tingkat kepuasan konsumen. Konsumen lebih menyukai rokok yang berdiameter besar yang memiliki daya hisap lebih berat daripada rokok yang berdiameter kecil yang memiliki daya hisap lebih mudah karena konsumen tidak merasa dirugikan. Selain itu, konsumen juga tidak menyukai rokok yang terlalu berat karena jika rokok terlalu berat maka akan mengakibatkan kesulitan dalam menghisap dan fokus konsumen menjadi menahan berat rokok bukan ke hisapannya lagi.

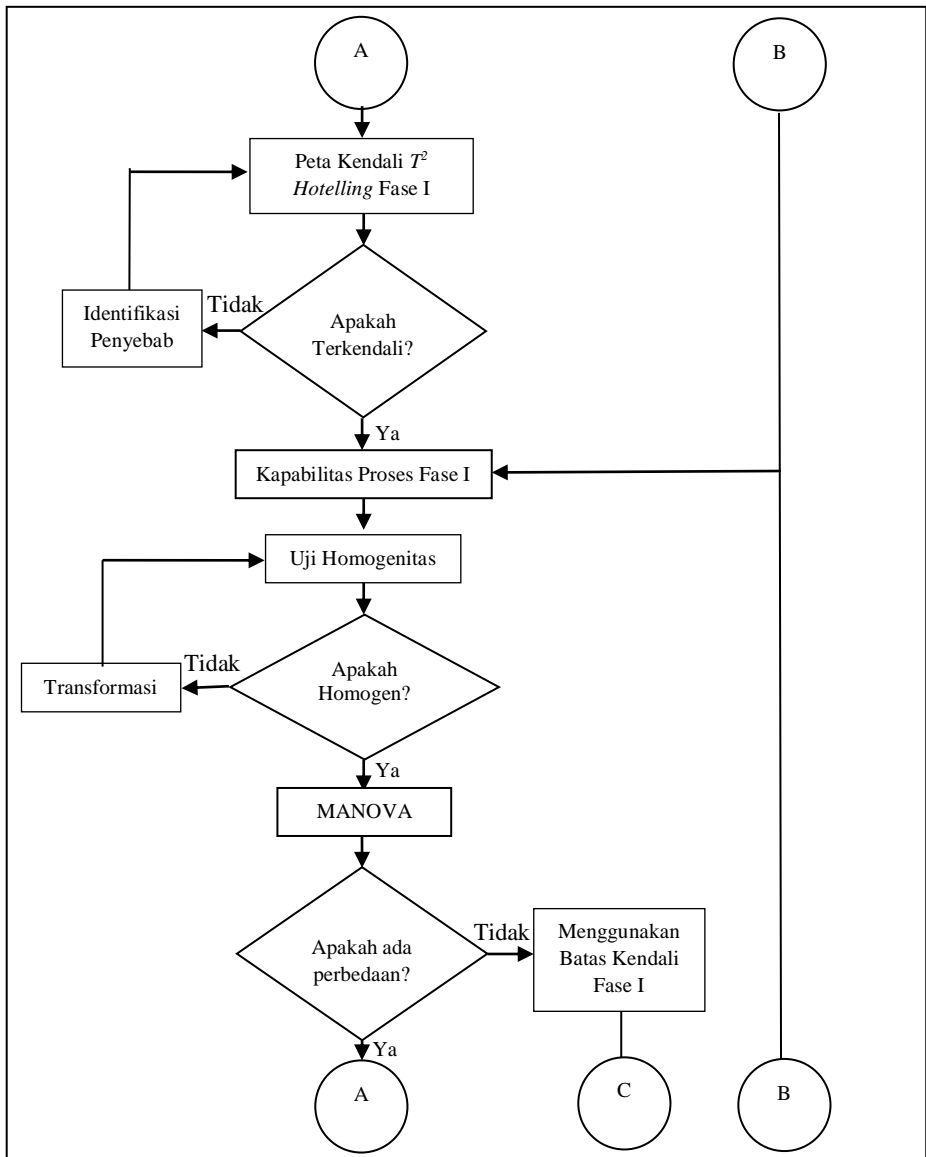
3.3 Langkah Analisis

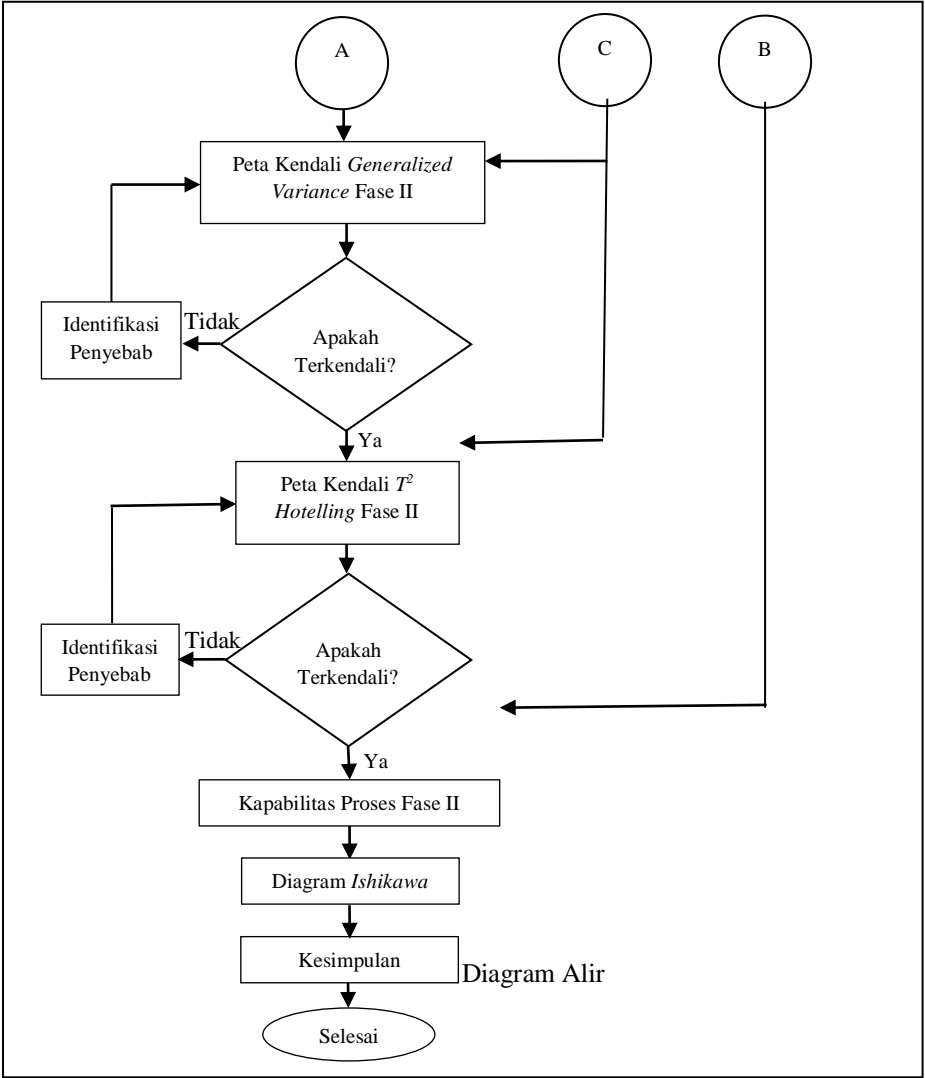
Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pengujian dependensi antar karakteristik kualitas untuk mengetahui apakah antar masing-masing karakteristik kualitas saling berhubungan.
2. Melakukan pengujian distribusi normal multivariat untuk mengetahui apakah data dari karakteristik kualitas yang diamati telah mengikuti pola distribusi normal multivariat.
3. Membuat peta kendali *Generalized Variance* fase I untuk memonitoring variabilitas produksi rokok Z pada bulan Nopember.
4. Membuat peta kendali T^2 Hotelling fase I.
5. Menganalisis kapabilitas proses produksi rokok Z fase I untuk mengetahui proses tersebut telah kapabel atau belum.
6. Melakukan pengujian Homogenitas.
7. Melakukan pengujian MANOVA.
8. Membuat peta kendali *Generalized Variance* fase II.
9. Membuat peta kendali T^2 Hotelling fase II.
10. Menganalisis kapabilitas proses produksi rokok Z fase II.
11. Membuat diagram *ishikawa* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab data yang *out of control*.
12. Menginterpretasikan hasil analisis data.
13. Menarik kesimpulan dan saran.

Untuk lebih jelasnya, langkah-langkah penelitian ditampilkan pada diagram alir Gambar 3.1







BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z Fase I

Pada pembahasan bab 4 ini akan dilakukan analisis kapabilitas proses produksi rokok Z. Untuk melakukan analisis kapabilitas proses produksi maka harus terkendali secara statistik. Agar terkendali secara statistik asumsi yang harus terpenuhi yaitu dependensi variabel dan distribusi normal multivariat. Berikut analisis kapabilitas produk Z pada fase I di² menggunakan hasil proses produksi pada bulan Nopember 2017.

4.1.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Produksi Rokok Z Fase I

Sebelum dilakukan pengendalian kualitas dengan peta kendali terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi terlebih dahulu, antara lain dependensi antar variabel dan berdistribusi normal multivariat. Berikut merupakan hasilnya.

a. Dependensi Variabel *Pressure Drop*, Diameter Pek, Diameter Kepala dan Berat Rokok Fase I

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara variabel *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok. Berikut merupakan hipotesis dan hasil dari pengujian.

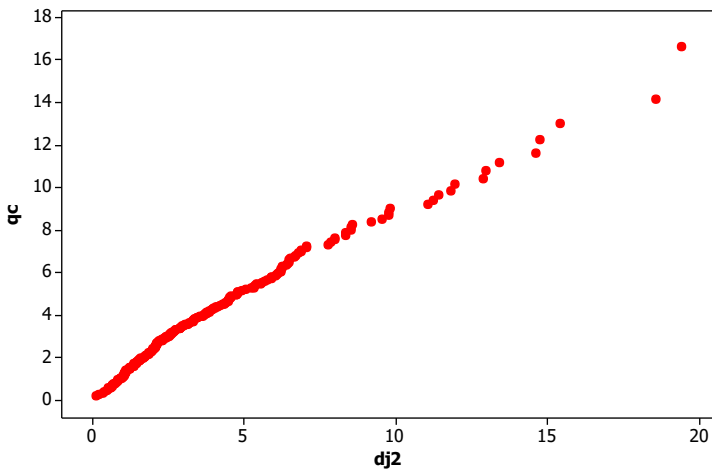
$H_0 : R = I$ (Tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1 : R \neq I$ (Terdapat korelasi antar variabel)

Dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan data pada Lampiran 1, diperoleh hasil seperti pada Lampiran 2 serta diketahui nilai $\chi^2 = 90,17$, jika digunakan taraf signifikan 5% maka diperoleh nilai $\chi^2_{(0,05;6)} = 12,59$ sehingga $\chi^2 > \chi^2_{(0,05;6)}$. Kesimpulan yang didapatkan bahwa variabel *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok saling berhubungan (dependen).

b. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Produksi Rokok Z Fase I

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui hasil pengamatan telah berdistribusi normal multivariat atau tidak yaitu dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh serta *Chi-square plot* yang diperoleh dari data pada Lampiran 1 dengan perhitungan sebagaimana pada Persamaan (2.4)



Gambar 4.1 *Chi-square Plot* Data Nopember 2017

Secara visual sesuai dengan gambar 4.1, ditunjukkan bahwa *plot* yang terbentuk telah mengikuti garis normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas proses produksi rokok pada bulan Nopember 2017 telah berdistribusi normal multivariat. Diperoleh proporsi nilai $\mathbf{d}_j^2 > \chi^2$ sebesar 0,55 pada Lampiran 3.2 yang sama dengan 55%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan berdistribusi normal multivariat.

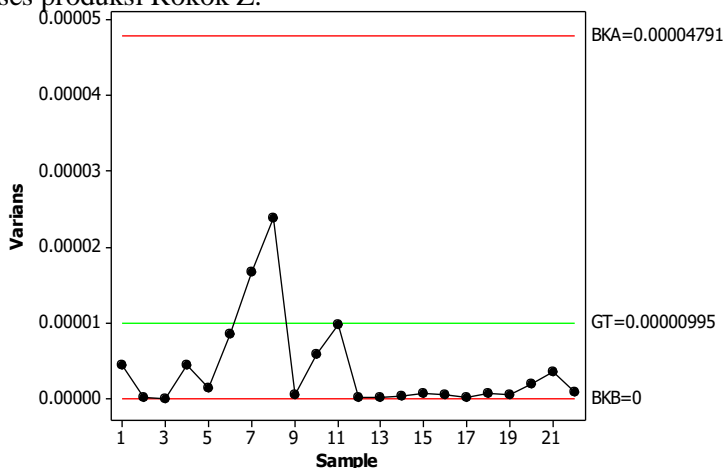
4.1.2 Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Rokok Z

Analisis pengendalian kualitas dengan peta kendali multivariat merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah terkendali secara

statistik atau tidak dimana variabel lebih dari satu serta dependen. Terdapat dua peta kendali yang digunakan, yaitu peta kendali *Generalized Variance* untuk mengukur variabilitas proses serta peta kendali T^2 Hotelling untuk mengukur *mean proses*.

a. Peta Kendali *Generalized Variance* Produksi Rokok Z Fase I

Peta kendali *Generalized Variance* digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses untuk data multivariat. Pengendalian proses pada variabilitas ini menggunakan data pada Lampiran 1 dengan menghitung batas kendali sesuai pada Persamaan (2.18) dan perhitungan pada Persamaan (2.15). Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari pengendalian variabilitas proses produksi Rokok Z.

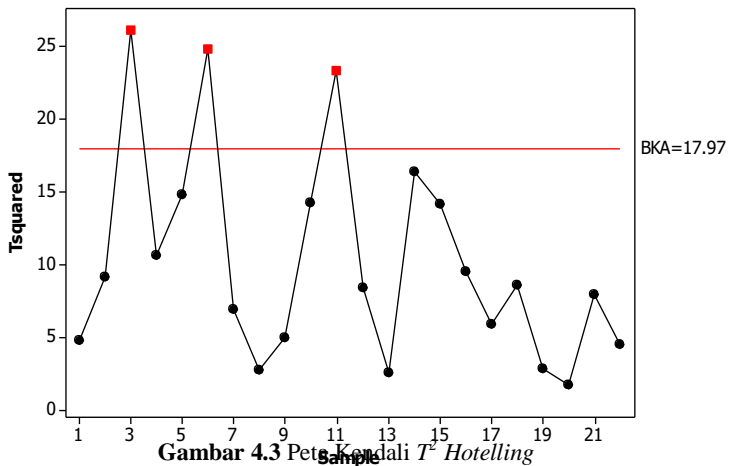


Gambar 4.2 Peta Kendali *Generalized Variance*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa variabilitas pada proses produksi rokok Z tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 0,00004791 dan batas kendali bawah sebesar 0. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi rokok Z sudah terkendali secara statistik dan dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu untuk *mean proses* dengan peta kendali T^2 Hotelling.

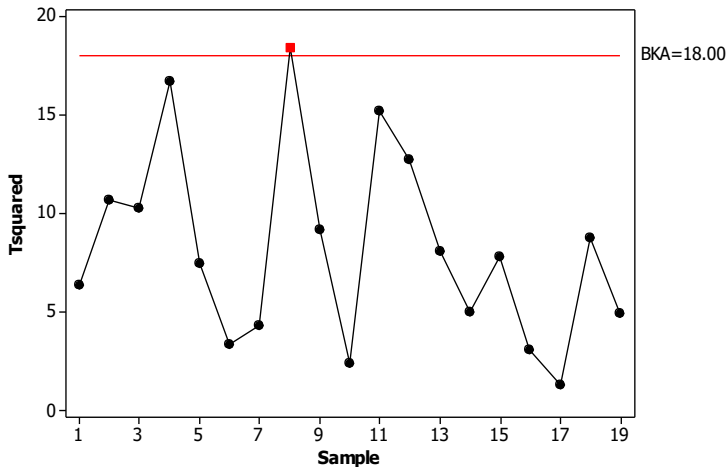
b. Peta Kendali T^2 Hotelling Produksi Rokok Z Fase I

Setelah melakukan pengendalian pada variabilitas proses produksi rokok Z dengan peta kendali *Generalized Variance*, maka dilanjutkan pada pengendalian *mean proses* dengan menggunakan peta kendali T^2 Hotelling. Berikut merupakan hasil analisis pengendalian *mean proses* pada proses produksi rokok Z.



Gambar 4.3 Peta Kendali T^2 Hotelling

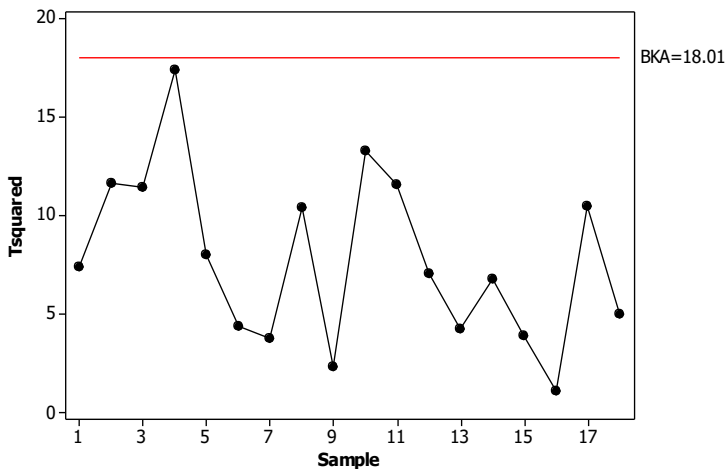
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa *mean proses* produksi rokok Z terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 17,97 dan batas kendali bawah sebesar 0. Hal tersebut dikarenakan pada data pengamatan ke-3 alat bantu yang digunakan oleh karyawan macet sehingga menghambat produksi, selanjutnya data pengamatan ke-6 dan ke-11 karyawan lagi tidak fit atau kurang sehat. Hal ini menunjukkan bahwa *mean proses* produksi rokok Z belum terkendali secara statistik maka dari itu dilakukan analisis kembali dengan menghilangkan pengamatan ke-3, ke-6 dan ke-11.



Gambar 4.4 Peta Kendali T^2 Hotelling Perbaikan ke-1

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa *mean proses* produksi rokok Z yang telah diperbaiki masih terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 18,00 dan batas kendali bawah sebesar 0. Penyebab *out of control* adalah tembakau terlalu kering sehingga daya hidup rokok lebih cepat. Hal ini menunjukkan bahwa *mean proses* produksi rokok Z belum terkendali secara statistik maka dari itu dilakukan analisis kembali yang ke-2 dengan menghilangkan pengamatan ke-8.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *mean proses* produksi rokok Z yang telah diperbaiki untuk kedua kalinya tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 18,01 dan batas kendali bawah sebesar 0. Hal ini menunjukkan bahwa *mean proses* produksi rokok Z sudah terkendali secara statistik.



Gambar 4.5 Peta Kendali T^2 Hotelling Perbaikan ke-2

4.1.3 Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z Fase I

Setelah melakukan analisis terhadap pengendalian variabilitas serta *mean proses* pada proses produksi rokok Z dan didapatkan hasil yang telah terkendali, selanjutnya dilakukan analisis kapabilitas proses, guna menaksir kemampuan proses produksi dengan *syntax* pada Lampiran 6.1 dan diperoleh *output* pada Lampiran 6.2. Proses produksi dikatakan kapabel atau baik apabila memiliki nilai C_p sama dengan 1 dan sangat baik jika nilai C_p lebih dari satu, sedangkan jika nilai C_p kurang dari satu maka proses produksi tidak kapabel atau buruk.

Hasil proses produksi pada bulan Nopember 2017 diperoleh C_p sebesar 3,87, hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi rokok Z memiliki kemampuan proses yang sangat baik.

4.1.4 Homogenitas Perbedaan Bulan Nopember dengan Desember

Terdapat dugaan bahwa dalam perbedaan bulan dapat menjadi suatu sebab bahwa adanya pergeseran proses produksi. Untuk mengetahui kondisi tersebut digunakan analisis MANOVA yaitu untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar bulan

pada proses produksi rokok Z di bulan Nopember dan Desember. Asumsi yang harus dipenuhi pada uji MANOVA adalah uji homogenitas.

Pengujian homogenitas juga merupakan asumsi yang harus dipenuhi pada MANOVA untuk mengetahui kehomogenan matrik varian kovarians terhadap bulan Nopember dan Desember 2017 pada proses produksi rokok Z.

Hipotesis:

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2$ (matriks varians kovarians bulan Nopember dan Desember homogen)

$H_1 : \text{minimal ada satu matriks varians kovarians bulan tidak homogen}$

Dengan menggunakan Persamaan (2.8) dan data pada Lampiran 1 dan 7, diperoleh hasil seperti pada Lampiran 4 serta diketahui nilai $C = 7,39$, jika digunakan taraf signifikan 5% maka dapat diperoleh nilai $\chi^2_{0.05; 4(4+1)(2-1)/2} = 18,31$ sehingga $C < \chi^2_{0.05; 4(4+1)(2-1)/2}$. Kesimpulan yang didapatkan bahwa matriks varian kovarians bulan Nopember dan Desember homogen.

4.1.5 MANOVA

Setelah pengujian asumsi homogenitas terpenuhi, maka dapat dilanjutkan ke *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA). Analisis ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat pergeseran antar bulan dalam proses produksi rokok Z di PT. X Surabaya. Berikut adalah hasil analisisnya.

Hipotesis:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = 0$ (Tidak terdapat perbedaan antar bulan Nopember dan Desember terhadap *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok)

$H_1 : \text{minimal ada satu pasang } \tau_g \neq 0$ (minimal ada satu bulan *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok).

Berdasarkan Persamaan (2.13) dan data pada Lampiran 1 dan 7, diperoleh hasil seperti pada Lampiran 5 serta diketahui

nilai *wilk's lambda* sebesar 0,93 yang berarti jika nilai *wilk's lambda* semakin mendekati satu, maka bulan tidak berpengaruh terhadap *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok. Berdasarkan nilai F sebesar 0,73, jika digunakan taraf signifikan 5% maka diperoleh nilai $F_{0.05;10;8183311} = 1,83$ sehingga $F < F_{0.05;10;8183311}$. Kesimpulan yang didapatkan tidak terdapat perbedaan antar bulan Nopember dan Desember terhadap *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok.

4.2 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Rokok Z Fase II

Setelah melakukan analisis kapabilitas proses produksi rokok Z fase I, akan dilakukan analisis kapabilitas proses pada fase II dengan peta kendali yang memiliki beberapa asumsi yang harus dipenuhi terlebih dahulu, antara lain dependensi antar variabel dan berdistribusi normal multivariat. Berikut merupakan hasil pengendalian kualitasnya untuk fase II.

4.2.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Fase II

Untuk melakukan analisis peta kendali multivariat memerlukan beberapa asumsi yang harus dipenuhi antara lain dependensi variabel dan distribusi normal multivariat. Berikut merupakan hasilnya.

a. Dependensi Variabel *Pressure Drop*, Diameter Pek, Diameter Kepala dan Berat Rokok Fase II

Pengujian dependensi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok dependen atau tidak. Berikut merupakan hipotesis dan hasil dari pengujian dependensi.

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Tidak ada korelasi antar variabel)

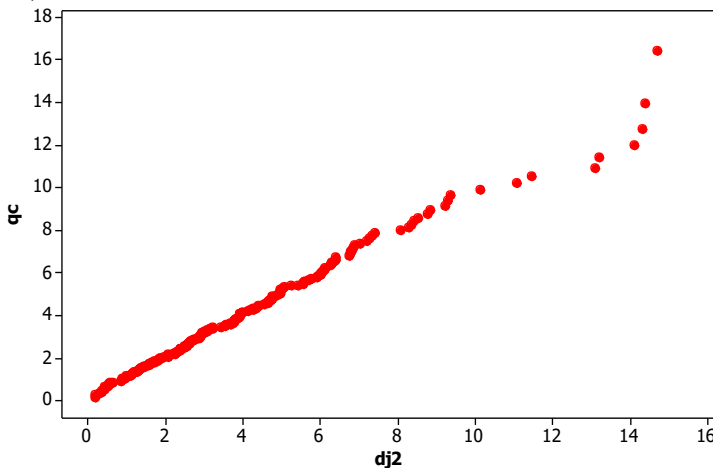
$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Terdapat korelasi antar variabel)

Dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan data pada Lampiran 7, diperoleh hasil seperti pada Lampiran 8 serta

diketahui nilai $\chi^2 = 72,8$, jika digunakan taraf signifikan 5% maka diperoleh nilai $\chi^2_{(0,05;6)} = 12,59$ sehingga $\chi^2 > \chi^2_{(0,05;6)}$. Kesimpulan yang didapatkan adalah variabel *pressure drop*, diameter pek, diameter kepala dan berat rokok saling berhubungan (dependen).

b. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Produksi Rokok Z Fase II

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui hasil pengamatan telah berdistribusi normal multivariat atau tidak yaitu dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh serta *Chi-Square plot* yang diperoleh dari data pada Lampiran 7 dengan perhitungan sebagaimana pada Persamaan (2.4)



Gambar 4.6 *Chi-square Plot* Data Desember 2017

Secara visual sesuai dengan gambar 4.6, ditunjukkan bahwa *plot* yang terbentuk telah mengikuti garis normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas proses produksi rokok pada bulan Desember 2017 telah berdistribusi normal multivariat. Diperoleh hasil proporsi sebesar 0,51 pada Lampiran 9 yang sama

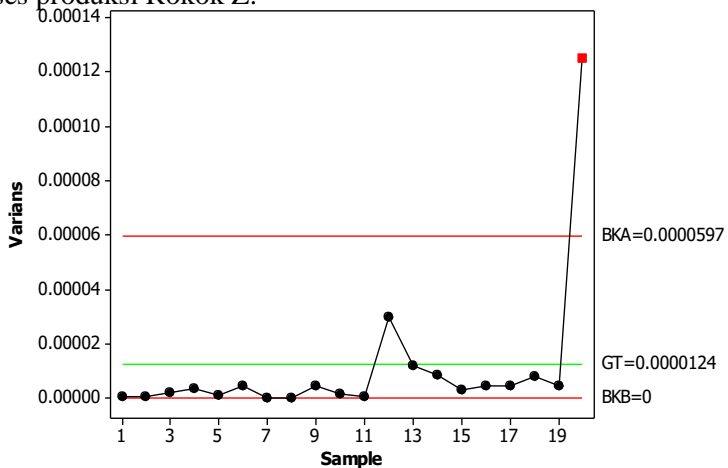
dengan 51%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan berdistribusi normal multivariat.

4.2.2 Analisis Pengendalian Kualitas Fase II

Analisis pengendalian kualitas dengan peta kendali multivariat merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah terkendali secara statistik atau tidak dimana variabel lebih dari satu serta dependen. Terdapat dua peta kendali yang digunakan, yaitu peta kendal *Generalized Variance* untuk mengukur variabilitas proses serta peta kendali T^2 Hotelling untuk mengukur *mean proses*.

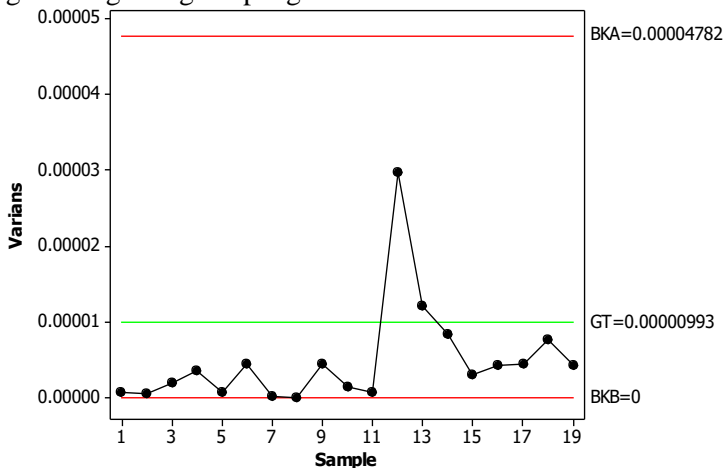
b. Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

Peta kendali *Generalized Variance* digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses untuk data multivariat. Pengendalian proses pada variabilitas ini menggunakan data pada Lampiran 7 dengan menghitung batas kendali sesuai pada Persamaan (2.18) dan perhitungan pada Persamaan (2.15). Gambar 4.7 menunjukan hasil dari pengendalian variabilitas proses produksi Rokok Z.



Gambar 4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa variabilitas pada proses produksi rokok Z terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 0,0000597 dan batas kendali bawah sebesar 0, yaitu pada pengamatan ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi rokok Z belum terkendali secara statistik karena karyawan kurang teliti dalam melinting rokok tersebut maka dari itu dilakukan perbaikan dengan menghilangkan pengamatan ke-20.



Gambar 4.8 Peta Kendali *Generalized Variance* Perbaikan ke-1

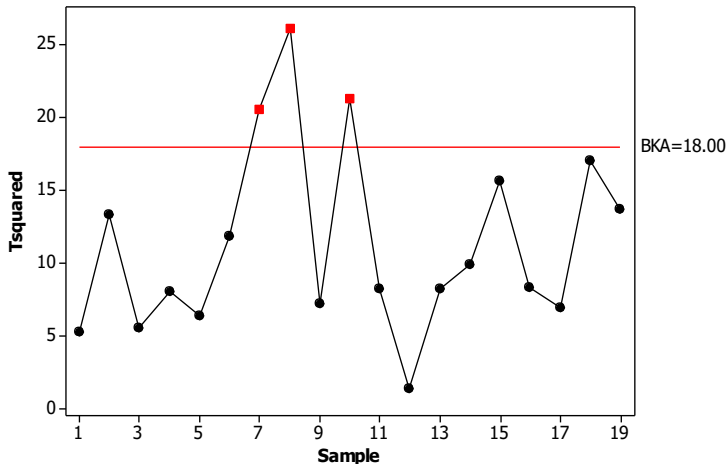
Gambar 4.8 menunjukkan bahwa variabilitas pada proses produksi rokok Z tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 0,00004782 dan batas kendali bawah sebesar 0. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi rokok Z sudah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis untuk *mean proses* dengan peta kendali T^2 Hotelling.

b. Peta Kendali T^2 Hotelling Fase II

Setelah melakukan pengendalian pada variabilitas proses produksi rokok Z dengan peta kendali *Generalized Variance*, maka dilanjutkan pada pengendalian *mean proses* menggunakan peta kendali T^2 Hotelling. Berikut merupakan hasil analisis

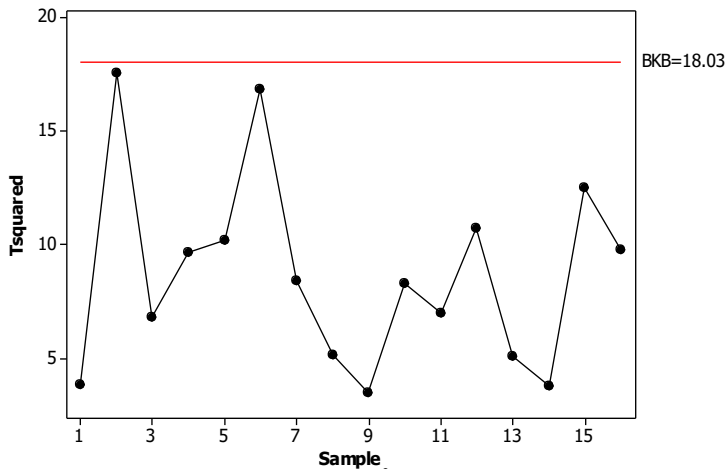
pengendalian *mean proses* pada proses produksi rokok Z menggunakan data pada Lampiran 7 dan menghitung nilai T^2 Hotelling sesuai dengan Persamaan (2.21).

Gambar 4.9 merupakan hasil analisis untuk pengendalian *mean proses*. Gambar tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 18,00 serta batas kendali bawah sebesar 0. Penyebab data *out of control* adalah karyawan tersebut kurang teliti dalam melakukan pelinting rokok dan kurangnya pengawasan dari operator yang bertugas, maka harus dilakukan analisis kembali dengan menghilangkan pengamatan ke-7, ke-8 dan ke-10.



Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 Hotelling Fase II

Gambar 4.10 merupakan hasil analisis untuk pengendalian *mean proses*. Gambar tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 18,03 serta batas kendali bawah sebesar 0. Kesimpulan dari gambar tersebut adalah pengamatan-pengamatan sudah terkendali secara statistik.



Gambar 4.10 Peta Kendali T^2 Hotelling Perbaikan ke-1

4.2.3 Kapabilitas Proses Produksi Fase II

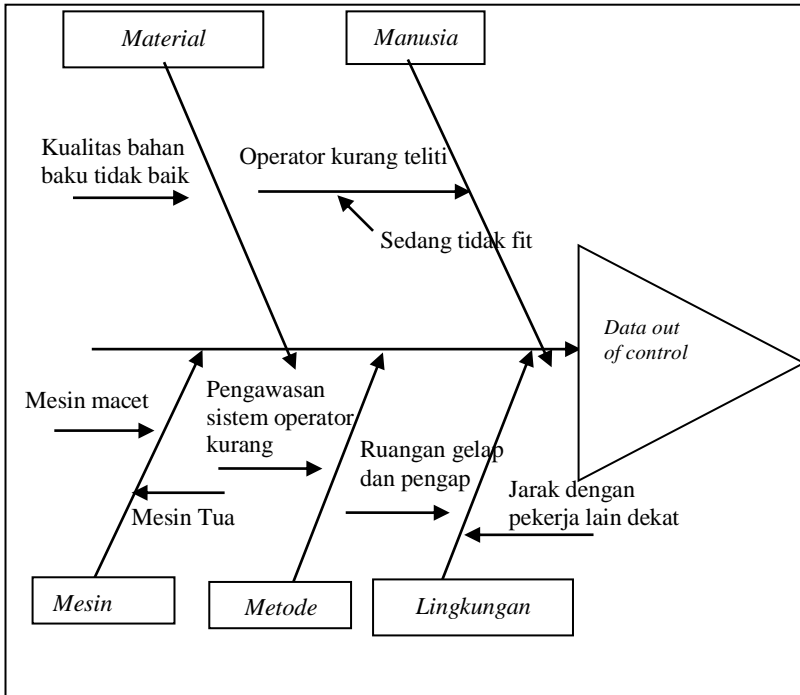
Setelah melakukan analisis terhadap pengendalian variabilitas serta *mean proses* pada proses produksi rokok Z dan didapatkan hasil yang telah terkendali, selanjutnya dilakukan analisis kapabilitas proses, guna menaksir kemampuan proses produksi dengan *syntax* pada Lampiran 6.1. Proses produksi dikatakan kapabel atau baik apabila memiliki nilai C_p sama dengan 1 dan sangat baik jika nilai C_p lebih dari satu, sedangkan jika nilai C_p kurang dari satu maka proses produksi tidak kapabel atau buruk.

Didapatkan nilai C_p sebesar 3,34 dari hasil analisis kapabilitas proses produksi rokok Z pada bulan Desember 2017. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi rokok Z pada bulan Desember 2017 memiliki kemampuan proses yang sangat baik karena nilai C_p lebih besar dari 1.

4.3 Diagram Ishikawa Proses Produksi Rokok Z

Diagram *Ishikawa* atau diagram tulang ikan digunakan untuk mencari faktor-faktor produk tidak sesuai dengan batas kendali serta proses produksi yang tidak terkendali. Berikut

merupakan hasil dari faktor – faktor yang menyebabkan tidak terkendalinya proses produksi.



Gambar 4.11 menunjukkan tentang faktor penyebab *out of control* proses produksi rokok Z yang dilihat dari material, manusia, lingkungan, metode, dan mesin. Penjelasa lebih detail penyebab data pengamatan banyak yang berada diluar batas kendali adalah sebagai berikut:

1. Material

Raw material adalah semua bahan yang diperlukan dalam pembuatan produksi rokok. *Raw material* terdiri dari tembakau, saus, bahan tambahan (glukosa, air, dll), Penyedap (cengkeh dan minyak cengkeh). Dari semua *raw material* tersebut ada beberapa bahan yang tidak sesuai atau kualitas bahan tidak baik dengan spek dari pabrik yang telah di tentukan. Sebagai contoh jika spek

tembakau terlalu kering akan mengakibatkan aroma rokok berkurang dan daya hidup rokok akan semakin cepat habis yang mengakibatkan konsumen dirugikan.

2. Manusia

Manusia yang dimaksudkan adalah operator yang menjalankan mesin yang berperan sebagai tenaga kerja didalam sebuah perusahaan. Permasalahan yang terjadi terkadang operator kurang teliti dalam meracik bahan baku menjadi rokok. Faktor penyebab adalah kurangnya fit dalam kebugaran operator tersebut sehingga tidak konsentrasi sepenuhnya dalam menjalankan tugasnya.

3. Mesin

a. Mesin macet

Setiap hari produksi sepenuhnya dilakukan oleh mesin. Mesin yang digunakan merupakan mesin yang sudah lama yang dimiliki oleh pabrik. Sehingga dengan terlalu seringnya digunakan setiap hari mengakibatkan mesin sering mengalami kemacetan, sehingga proses produksi harus terhenti jika sudah dalam keadaan macet untuk dilakukan perbaikan pada mesin tersebut.

b. Mesin tua

Mesin yang digunakan merupakan mesin yang sudah lama. Mesin sudah digunakan selama 4 tahun. Sehingga perusahaan harus melakukan perawatan pada mesin. Sehingga pada saat waktu perawatan proses produksi harus dihentikan karena mesin tidak dapat digunakan.

4. Metode

Dalam proses produksi terdapat seorang *leader* yang bertugas mengawasi karyawan lainnya yang bekerja dalam proses produksi. Hal ini bertujuan agar jika ada kesalahan yang dilakukan oleh karyawan dapat segera di cari solusinya dan juga untuk menjaga kedisiplinan serta tanggung jawab karyawan. Jika *leader* tidak dalam pengawasan, karyawan sering menyepelekan tanggung jawab yang telah diberikan. Kekurangan SDM juga

merupakan salah satu penyebab, karena jika SDM seorang *leader* sesuai dengan jumlah karyawan maka proses produksi akan lebih berjalan sesuai yang direncanakan.

5. Lingkungan

Luas ruangan produksi yang sempit mengakibatkan ruang gerak terbatas. Jarak antara karyawan dengan karyawan yang lain hanya memiliki *space* yang sedikit sehingga mengalami ketidaknyamanan. Selain itu ruangan yang terbilang pencahannya masih kurang dan udara segar tidak banyak masuk ke ruangan menyebabkan karyawan terkadang merasa gerah dan kurang nyaman dalam bekerja.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi rokok Z telah terkendali secara statistik dimana nilai C_p bulan Nopember sebesar 3,87 dan bulan Desember sebesar 3,34.
2. Ketidaksesuaian sering terjadi dikarenakan faktor material kualitas tembakau yang kurang baik karena terlalu kering, manusia yang kurang teliti, mesin yang macet dan sudah tua, metode pengawasan operator kurang dan lingkungan yang cenderung gelap dan pengap sehingga menyebabkan produksi akan terganggu atau berhenti sejenak.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan berdasarkan analisis yang dilakukan adalah PT. X Surabaya perlu melakukan perbaikan dan pemantauan lebih terhadap kualitas tembakau agar sesuai dengan spesifikasi perusahaan, pengecekan mesin secara berkala sehingga dapat meminimalisir ketidaksesuaian dan pemberian pencahayaan yang cukup dalam ruangan karyawan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Azami, Mohammad. 2016. **Sigaret Kretek Tangan**, <URL:<https://komunitaskretek.or.id/opini/2016/04/sigaret-kretek-tangan.html>>
- Heizer J. dan Render B, 2009. **Manajemen Operasi. Buku 1 Edisi 9**. Jakarta: Salemba Empat.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. 2007. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall.
- Kotz, S., & Johnson, N. L. 1993. **Process Capability Indices**. United Kingdom: Springer-Science+Business Media, B. V.
- Mawardi, Yusuf. 2016. **Tugas Akhir Pengendalian Kualitas Statistika Proses Produksi Diplomat Mild Di PT. Gelora Djaja Surabaya Jawa Timur**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Montgomery, D.C. 2013. **Introduction To Statistical Quality Control. Edisi ke-7**. Arizona State University: Wiley.
- Morrison, D. F., 2005. **Multivariate Statistical Methods, Fourth Edition**. Pennsylvania: The Wharton School University of Pennsylvania.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Proses Produksi Rokok Z Bulan Nopember 2017

Hari tiap Produksi	Sampel Tiap Produksi	Karakteristik Kualitas			
		<i>Pressure Drop</i>	Diameter Kepala	Diameter Pek	Berat Rokok
1	1	*	*	*	*
	2	*	*	*	*
	3	*	*	*	*
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	*	*	*	*
	7	*	*	*	*
	8	*	*	*	*
	9	*	*	*	*
	10	*	*	*	*
⋮	1	*	*	*	*
	2	*	*	*	*
	3	*	*	*	*
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	*	*	*	*
	7	*	*	*	*
	8	*	*	*	*
	10	*	*	*	*
22	1	*	*	*	*
	2	*	*	*	*
	3	*	*	*	*
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	*	*	*	*
	7	*	*	*	*
	8	*	*	*	*
	9	*	*	*	*
	10	*	*	*	*

Keterangan : * Data Tidak Dapat Ditampilkan

Lampiran 2 *Output* Dependensi Variabel Fase I**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.512
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	90.165
	df	6
	Sig.	.000

Lampiran 3 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Lampiran 3.1 Syntax Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

```
Macro
NormalMultivariat X.1-X.p qc dj2
MConstant i j n p Prop Tengah
MColumn x.1-x.p xj Kali d dj2 qc Prob
MMatrix MCova MCovaI xjxbar
```

#1. Dapatkan Nilai dj2#

```
let n=count(x.1)
Covariance X.1-X.p MCova
invers MCova MCovaI
do i=1:n
  do j=1:p
    let xj(j)=x.j(i)-mean(x.j)
  enddo
  copy xj xjxbar
  mult MCovaI xjxbar Kali
  let d=Kali*xj
  let dj2(i)=sum(d)
enddo
sort dj2 dj2
```

#2. Dapatkan Nilai qc#

```
do i=1:n
  let Prob(i)=1-(n-i+0.5)/n
enddo
INVCDF Prob qc;
Chisquare p.
```

#3. Buat Plot dj2 dengan qc#

```
plot qc*dj2;
symbol.
```

#4. Mencari Proporsi#

```
INVCDF 0.5 Tengah;
Chisquare p.
let Prop=0
```


Lampiran 3.1 Lanjutan

```

do i=1:n
  if dj2(i)<=Tengah
    let Prop=Prop+1
  endif
enddo
let Prop=Prop/n
print Prop

#5. Mencari Nilai Korelasi#
  corr qc dj2
name qc 'qc'
name dj2 'dj2'
Endmacro

```

Lampiran 3.2 *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Data Display

Prop 0.559091

Correlations: C6, C7

Pearson correlation of C6 and C7 = 0.991
P-Value = 0.000

Lampiran 4 *Output* Homogenitas Perbedaan Antara Fase I dan II

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	7.395
F	.732
df1	10
df2	818331.072
Sig.	.695

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + Bulan

Lampiran 5 *Output* MANOVA

Multivariate Tests^a				
Effect		Value	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	1.000	.000	1.000
	Wilks' Lambda	.000	.000	1.000
	Hotelling's Trace	7874.998	.000	1.000
	Roy's Largest Root	7874.998	.000	1.000
Bulan	Pillai's Trace	.071	.000	.071
	Wilks' Lambda	.929	.000	.071
	Hotelling's Trace	.077	.000	.071
	Roy's Largest Root	.077	.000	.071

a. Design: Intercept + Bulan

b. Exact statistic

Lampiran 6 Kapabilitas Proses

Lampiran 6.1 Syntax Kapabilitas Proses

```

macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 t4 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.180 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s
cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.180
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo

```

Lampiran 6.1 Lanjutan

```
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=74.75
let t2=9.4
let t3=8
let t4=1.92
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
let c.3=mean(x.3)-t3
let c.4=mean(x.4)-t4
print c.1-c.4
copy c.1-c.4 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

Lampiran 6.2 *Output* Kapabilitas Proses Fase I**Data Display**

cp	3.86844
----	---------

Lampiran 7 Data Proses Produksi Rokok Z Bulan Desember 2017

Hari tiap Produksi	Sampel Tiap Produksi	Karakteristik Kualitas			
		<i>Pressure Drop</i>	Diameter Kepala	Diameter Pek	Berat Rokok
1	1	*	*	*	*
	2	*	*	*	*
	3	*	*	*	*
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	*	*	*	*
	7	*	*	*	*
	8	*	*	*	*
	9	*	*	*	*
	10	*	*	*	*
⋮	1	*	*	*	*
	2	*	*	*	*
	3	*	*	*	*
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	*	*	*	*
	7	*	*	*	*
	8	*	*	*	*
	9	*	*	*	*
	10	*	*	*	*
20	1	*	*	*	*
	2	*	*	*	*
	3	*	*	*	*
	4	*	*	*	*
	5	*	*	*	*
	6	*	*	*	*
	7	*	*	*	*
	8	*	*	*	*
	9	*	*	*	*
	10	*	*	*	*

Keterangan : * Data Tidak Dapat Ditampilkan

Lampiran 8 *Output* Dependensi Variabel Fase II

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.507
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	72.801
	df	6
	Sig.	.000

Lampiran 9 *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat
Fase II**Data Display**

Prop 0.510000

Correlations: C14, C15

Pearson correlation of C14 and C15 = 0.994

P-Value = 0.000

Lampiran 10 *Output* Kapabilitas Proses Fase II**Data Display**

cp	3,34345
----	---------

Lampiran 11 Surat Keterangan



P.T. GELORA DJAJA

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi-ITS dengan identitas berikut :

Nama : Dendi Arditama Putra

NRP : 10611400000033

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami

Nama Instansi : PT. GELORA DJAJA

Divisi/Bagian : *Research and Development*

Bulan November dan Desember 2017 untuk keperluan Tugas Akhir/Final Project Semester Genap 2017/2018.

2. ~~Tidak-Keberatan~~ / Keberatan* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/Final Project mahasiswa Statistika Bisnis yang akan disimpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.

3. ~~Tidak-Keberatan~~ / Keberatan* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E-journal yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Surabaya, 12 Juni 2018

Pembing Perusahaan

(Ristfan Eka Kurniawan)

NIP. 2015.02.0127

*(Coret yang tidak perlu)

Lampiran 12 Surat Keaslian Data



P.T. GELORA DJAJA

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS

Nama : Dendi Ardhutama Putra

NRP : 10611400000033

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data
sekunder yang diambil dari :

Sumber : PT. GELORA DJAJA

Keterangan : Data *Research and Development* Hasil Produksi Rokok
Diplomat Impact Bulan November dan Desember 2017

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data,
maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku

Mengetahui,
Pembimbing Perusahaan

(Rostian Eka Kurniawan)
NIP. 2015.02.0127

Surabaya, 12 Juni 2018
Yang membuat Pernyataan

(Dendi Ardhutama Putra)
NRP. 10611400000033

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

(Dra. Sri Mumpuni Retnawati, MT)
NIP. 19610311 198701 2 001

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Dendi Ardhitama Putra atau yang kerap disapa Dendi atau Dendee ini lahir di Surabaya pada tanggal 1 Januari 1996 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Jalan Brawijaya gg Kedurus I/69, Surabaya dan telah menempuh pendidikan dimulai dari TK Qoshrul Ubudiyah, SDN Dr. Sutomo V Surabaya (2002-2008), SMPN 12 Surabaya (2008-2011), SMAN 14 Surabaya (2011-2014) dan saat ini melanjutkan

studinya di Diploma III Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS angkatan 2014 yang biasa disebut "*PIONEER*". Penulis gemar berolahraga terutama futsal dan melakukan perjalanan alam. Selain itu penulis juga aktif organisasi di kampus. Pada tahun pertama penulis bergabung dengan UKM Cinta Rebana dan mengikuti kepanitiaan menjadi Volunteer PRS 2015. Tahun berikutnya penulis bergabung di organisasi HIMADATA-ITS sebagai staf PSDM HIMADATA-ITS 2015/2016 dan Ketua Departemen PSDM HIMADATA-ITS 2016/2017 serta ikut berpartisipasi sebagai Elemen Kaderisasi di HIMADATA-ITS.

Penulis sangat berharap akan kritik dan saran yang membangun sehingga untuk informasi dan komunikasi lebih lanjut maka penulis dapat dihubungi melalui :

Email : dendiardhitama25@gmail.com

No. HP : 0895413273450